

## RIESGO CLIMÁTICO EN INVERSIONES PORTUARIAS A NIVEL GLOBAL. BASES METODOLÓGICAS

C. Izaguirre<sup>1</sup>, I.J. Losada<sup>1</sup>, M. Fernandez-Alonso<sup>2</sup>, M. Tacón<sup>2</sup>, J. Sanchez<sup>2</sup>,  
O. Sainz<sup>2</sup>, C. Gómez<sup>2</sup>, P. Díaz<sup>1</sup>, P. Camus<sup>1</sup>

1. Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria – Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011 Santander. [izaguirrec@unican.es](mailto:izaguirrec@unican.es)  
2. MCVALNERA, Calderón de la Barca nº 15, 39002 Santander. [mft@mcvalnera.com](mailto:mft@mcvalnera.com)

### INTRODUCCIÓN

Los puertos son nodos clave de la red de comercio mundial y además infraestructuras costeras especialmente relevantes. Su localización en las costas, ríos o lagos hace que estén expuestos a una gran variedad de acciones, incluyendo el ascenso del nivel del mar, las variaciones en marea meteorológica, oleaje y viento extremo e inundaciones fluviales. También cabe destacar la susceptibilidad de las operaciones portuarias, que pueden verse afectadas por las condiciones meteorológicas, produciéndose retrasos en la actividad comercial del puerto y los consiguientes sobrecostos. En este contexto, el desarrollo de evaluaciones de riesgo debido a eventos meteorológicos extremos y al cambio climático, y de planes de adaptación y de reducción del riesgo es una prioridad para los puertos y también para las economías de los países a los que sirven. La literatura recoge algunos documentos elaborados por grupos de trabajo o de expertos donde, generalmente, se documentan los efectos del cambio climático sobre los puertos y se pone de manifiesto la necesidad del análisis de los impactos de forma precisa con el objetivo de poder plantear medidas de adaptación efectivas ad-hoc (PIANC 2008, Watson 2010,). Los trabajos dirigidos a evaluar el riesgo climático en puertos son escasos y están basados en indicadores obtenidos a partir de encuestas, pero no se encuentra una metodología integrada a nivel global que permita hacer un análisis con carácter predictivo del riesgo climático.

### OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el desarrollo de una metodología integrada que permita evaluar, a nivel global, el riesgo por cambio climático y eventos extremos en cualquier inversión o explotación portuaria y que sirva de base para el desarrollo de una herramienta sencilla destinada a gestores y usuarios portuarios.

### METODOLOGÍA DE RIESGO

La metodología desarrollada se basa en el enfoque del riesgo que sigue el IPCC (2014) en el que el riesgo es obtenido como el producto de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad:  $R=P \cdot E \cdot V$ . Sobre cada uno de los activos y operaciones de la cadena de valor de un puerto la metodología propone identificar los impactos de cambio climático y evaluar el riesgo financiero que estos llevan asociado para distintos horizontes de interés y escenarios.

### Peligrosidad

La peligrosidad se caracteriza a través de variables climáticas de tipo atmosférico y oceanográfico que, por si solas, o combinadas dan lugar a los distintos impactos de cambio climático. Se han tenido en cuenta variables atmosféricas como el viento, precipitación, temperatura y sequía, variables marinas como el oleaje, marea meteorológica, nivel medio del mar o marea astronómica y fenómenos extremos como los ciclones tropicales.

### Indicadores de impacto

Para cada uno de los activos del puerto se identifican los impactos de cambio climático potenciales y se desarrollan unos indicadores relacionados con las variables generadoras de impacto, como por ejemplo el rebase o la inundación costera. A escala global es necesario establecer una serie de hipótesis en la definición de los indicadores acorde al grado de resolución de las variables climáticas, la escala de trabajo y la información disponible.

### **Exposición**

La exposición es la parte de la metodología en la que se caracterizan los activos y operaciones portuarias, dando así valor al stock y al flujo de capital en el puerto. Se trata de hacer una descripción física de (1) los activos asociados a cada terminal y determinar su valoración económica y (2) las operaciones que se llevan a cabo en cada terminal y determinar el ingreso potencial que generan.

### **Vulnerabilidad**

Por último, la vulnerabilidad trata de caracterizar la susceptibilidad de las operaciones portuarias y el mantenimiento de ciertos activos al cambio climático a través de unas curvas que se caracterizan por unos umbrales a partir de los cuales se produce el cese de la operación o el mantenimiento/repación de los activos.

### **Evaluación de las consecuencias**

La evaluación del riesgo financiero se hace a través de dos indicadores: pérdida de ingresos (debido al cese de operaciones y aumento del coste de mantenimiento) y aumento de la inversión (para mantener el nivel actual de riesgo). El análisis combinado de estos dos indicadores proporcionará un nivel de riesgo sobre la terminal o el puerto clasificado en tres niveles según sea bajo, medio o alto (acorde a unos rangos de clasificación basados en criterio experto).

### **Incertidumbres asociadas**

La metodología propuesta lleva asociadas una serie de incertidumbres localizadas en cada una de sus partes, empezando por la escala de trabajo global que conlleva la aceptación de una serie de simplificaciones que permita abordar el problema. Otras fuentes de incertidumbre están asociadas a la información climática (incertidumbre inherente a los modelos climáticos, propagación del oleaje mediante la ley de Snell, diferentes resoluciones espaciales y temporales de las bases de datos), los indicadores de impacto (basados en modelos semi-empíricos, criterio de experto, recomendaciones), el valor económico asociado a los activos y las operaciones portuarias, o los valores de los umbrales de operación y mantenimiento.

### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Banco Mundial (International Finance Corporation) la financiación del proyecto "Climate Risk Management: Ports and Water Transport".

### **REFERENCIAS**

- IPCC 2014. 5th Assessment Report, Working Group II. Impacts, Adaptation and Vulnerability.
- PIANC (The World Association for Waterborne Transport Infrastructure). 2008. Waterborne Transport, Ports and Waterways: A Review of Climate Change Drivers, Impacts, Responses and Mitigation. EnviCom – A Report for Task Group 3: Climate Change and Navigation. PIANC General Secretariat. Brussels. Belgium. 58pp.
- Watson R., and P. Wright (2010) Shipping in MCCIP Annual Report Card 2010-11, MCCIP Science Review, 6pp. [www.mccip.org.uk/arc](http://www.mccip.org.uk/arc).